

Динамика ионов в стеклообразных $\text{AgGe}_{1-x}\text{As}_{1-x}\text{S}_3$ и композитах на их основе с содержанием углеродных нанотрубок

Абрамова Валерия Владленовна

Мельникова Нина Владимировна

Уральский федеральный университет

Мельникова Нина Владимировна, к.ф.-м.н.

abramova2809@gmail.com

Стеклообразные многокомпонентные халькогенидные материалы являются перспективными для создания новых типов ячеек памяти, для резисторов с функциональной зависимостью электросопротивления от времени и т.д. Целью работы является выявление влияния концентрации Ge и As на параметры, определяющие динамику ионов - время перехода от коррелированного движения к броуновскому и средний квадрат отклонения ионов - в стеклообразных $\text{AgGe}_{1-x}\text{As}_{1-x}\text{S}_3$ и композитах на их основе, содержащих углеродные нанотрубки (УНТ или CNT – carbon nanotubes).

Для изучения электрических свойств материалов применялся метод импедансной спектроскопии. Исследование было проведено на приборе Solartron 1260A.

В широком диапазоне частот получены спектры проводимости, из которых с помощью теории линейного отклика и формул Кубо [1], связывающих макроскопические параметры (коэффициенты переноса) и микроскопические параметры статистической системы, оценены такие величины, как время перехода от коррелированного движения к броуновскому и средний квадрат отклонения ионов $\langle r^2(t) \rangle$.

$$\langle r^2(t) \rangle = \frac{12k_B T \hbar}{N_V q^2 \pi} \int_0^t dt' \int_0^\infty \frac{\text{Re } \sigma(\nu)}{\nu} \sin(2\pi \nu t') d\nu$$

где k_B – постоянная Больцмана, T – температура, \hbar – коэффициент Хавена, N_V – постоянная Авогадро, q – заряд иона, σ – комплексная проводимость, ν – частота электрического поля.

Замечено, что материалы $\text{AgGe}_{1-x}\text{As}_{1-x}\text{S}_3$ с $x=0,5$ и с УНТ, и без УНТ, проявляют особенности - имеют минимальные значения определяемых параметров (времени перехода и характеристического расстояния), что согласуется с проведенными ранее исследованиями ширины оптической щели, энергии Урбаха, энергии активации [2,3]. Оцененные характеристические расстояния находятся в диапазоне $0,34 < \sqrt{\langle r^2(t) \rangle} < 1,2$ (Å) при временах, соответствующих коррелированным движениям ионов [4]. Выявлено, что в материалах как с УНТ, так и без УНТ, с ростом концентрации Ge и As увеличивается время перехода от коррелированного движения к броуновскому.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ №. 16-02-00857-а.

Список публикаций:

[1] Kubo R // J. Phys. Soc. Jpn. 1957. №12. P.570–586.

[2] K.V. Kurochka and N.V. Melnikova. // Solid State Ionics. 2017. V.300. P. 53-59.

[3] Н.В. Мельникова, А.Ю. Чуфаров, А.Н. Бабушкин, К.В. Курочка. // Аморфные и микрокристаллические полупроводники: сборник трудов X Международной конференции. Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН. 3-7 июля 2016-Спб.: Издательство Политехнического университета. С. 166-168

[4] D. L. Sidebottom. // Rev. Mod. Phys. 2009. V.81. P. 999 – 1014.

Синтез, люминесцентные и дозиметрические свойства ультрадисперсных керамик на основе оксида магния

Авдюшин Иван Германович

Никифоров Сергей Владимирович, Кирыков Арсений Николаевич

Уральский федеральный университет

Никифоров Сергей Владимирович, д.ф.-м.н.

ioann.a@mail.ru

Оксид магния является известным люминофором, который применяется в различных технических областях [1]. В настоящее время интенсивно исследуются особенности люминесценции наноструктурной модификации данного материала, которая характеризуется рядом особых свойств, в частности, высокой радиационной стойкостью [2]. Это делает актуальным применение ультрадисперсного MgO в качестве материала для люминесцентных детекторов высокодозных ионизирующих излучений (1 – 100 кГр),

используемых в радиационных технологиях и научных исследованиях. Одним из видов источников высокодозных излучений являются сильноточные электронные пучки, которые используются в различных научных исследованиях, а также для стерилизации медицинского оборудования и пищевых продуктов [3]. Люминесцентные свойства MgO , облученного таким источником, до сих пор не исследовались.

Целью работы является синтез ультрадисперсных керамик из нанопорошка оксида магния и исследование его люминесцентных и дозиметрических свойств после облучения импульсным электронным пучком.

Из исходного нанопорошка оксида магния с размером частиц 45-60 нм были получены компакты в виде таблеток массой 50 мг, диаметром 5 мм и толщиной 1 мм путем холодного одноосного прессования порошка при удельном давлении 1000 кгс/см^2 . Для увеличения выхода люминесценции проводилась термообработка в диапазоне 1100-1500 °C при длительности выдержки 1-5 часов. Термическая обработка проводилась в вакуумной электропечи с экранной изоляцией СНВЭ-9/18 в присутствии углерода для создания восстановительной среды. Известно, что такая термообработка приводит к увеличению концентрации кислородных вакансий, которые являются центрами люминесценции в данном материале (F-центры). Синтезированные керамики облучались при комнатной температуре электронным пучком ускорителя с длительностью импульса 2 нс и средней энергией электронов $130 \pm 1 \text{ кэВ}$ при плотности тока 60 А/см^2 . Поглощенная доза при облучении одним импульсом составила 1,5 кГр.

Было зарегистрировано увеличение свечения фотолюминесценции в полосе 500 нм, связанной с F-центрами, в термообработанных образцах, что свидетельствует о росте концентрации кислородных вакансий. Наблюдалось также увеличение интенсивности термолюминесценции пиков при 140 °C и 270 °C более чем на порядок величины. Полученные результаты исследования дозиметрических свойств показывают перспективность применения термолюминесценции полученных керамик оксида магния для измерения высоких доз импульсных электронных пучков.

Список публикаций:

- [1] Dolgov, S., et al. *Rad. Prot. Dosim.* 2002 100, 1-4, p 127-130.
- [2] Nikiforov, S.V., Kortov, V.S., Petrov, M.O. *Rad. Meas.* 2016 90 p 252-256.
- [3] Krashenninikov A.V., Banhart F. *Nature Materials.* 2007. V.6. P. 723-733.

Исследование термической стабильности микроструктуры и свойств метастабильной аустенитной стали после термомеханической обработки

Аккузин Сергей Александрович

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Литовченко Игорь Юрьевич, к.ф.-м.н.

s.a.akkizin@gmail.com

В работе исследована термическая стабильность микроструктуры и свойств метастабильной аустенитной стали 08X18H10T после термомеханической обработки. Целью термомеханической обработки было формирование в стали субмикроструктурной структуры. Методами просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного фазового анализа и измерений удельной намагниченности изучены особенности структурно-фазовых состояний стали 08X18H10T после термомеханической обработки и отжига в температурном интервале $T = 500 - 900 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Механические свойства были исследованы в процессе активного растяжения при $T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на образцах в форме двойных лопаток с размерами рабочей части $13 \times 2 \times 1 \text{ мм}$.

Перед деформацией образцы закаливали в воду после выдержки при 1100 °C в течение 1 часа. При этом содержание аустенита $\approx 100 \text{ } \%$. Термомеханическую обработку проводили в три этапа: первый этап – низкотемпературная (вблизи $T = -196 \text{ }^{\circ}\text{C}$) деформация прокаткой ($\epsilon \approx 20 \text{ } \%$) за несколько проходов; второй этап – деформация прокаткой при $T = 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$ за два прохода, ($\epsilon \approx 40 \text{ } \%$); и третий этап – последующий отжиг при $T = 800 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 200 с. В отличие от методов интенсивной пластической деформации использованы относительно малые степени деформации прокаткой ($e < 1$, e – истинная деформация).

Установлено, что в результате термомеханической обработки в метастабильной аустенитной стали реализуются прямые ($\gamma \rightarrow \alpha'$)- и обратные ($\alpha' \rightarrow \gamma$)-мартенситные превращения с формированием субмикро- и нанокристаллических структурных состояний, которые обеспечивают существенный (в несколько раз) рост прочностных свойств материала (таблица 1). Характерной особенностью полученного состояния после термомеханической обработки является наличие ламельной аустенитной структуры субмикроструктурного масштаба, подобной структуре пакетного α' -мартенсита. Кроме того, в аустените обнаружены как микродвойники, так и нанодвойники деформации.